Ann. agron., 1963, **14** (5), 849-857

INFLUENCE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE, HUMIFIÉE OU NON, SUR L'ÉVAPORATION

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE SOUS CLIMAT MÉDITERRANÉEN (1)

G. CHARLES

avec la collaboration technique de M. L. ZAMMIT
Laboratoire de Science du Sol et de Bioclimatologie agricole,
E. N. S. A. Alger, I. N. R. A. Algérie

SOMMAIRE

Des essais effectués en pots, du 26 avril au 15 septembre 1962, ont montré que les pertes en eau du sol par évaporation sont favorisées par : les chaumes et les racines restés en place après la moisson, par « effet de mèche » ; l'enfouissement de paille, l'évaporation étant plus importante pour de faibles quantités (305 kg/ha), et pour la paille longue plus que pour celle hachée et broyée ; l'enfouissement de fumier, le fumier pailleux agissant davantage que celui bien décomposé.

INTRODUCTION

Dans les régions arides ou semi-arides chaudes où le facteur limitant fondamental de la production agricole est le déficit d'approvisionnement en eau des plantes, au moment où celles-ci en ont le plus besoin, il est essentiel, partout où l'irrigation n'est pas réalisée, de conserver l'humidité du sol, afin de mettre le maximum d'eau à la disposition des cultures. Aussi, les perfectionnements des méthodes culturales susceptibles de réduire l'évapotranspiration et d'accroître les apports secondaires d'humidité dans les sols, présentent-ils une importance toute particulière

(1) Note présentée au 82e Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Rennes, juillet 1963.

Dans la zone méditerranéenne, où l'incorporation aux sols de matière organique présente un intérêt considérable pour le maintien et l'amélioration de la fertilité, il convient de savoir quelle peut être l'influence d'une telle pratique sur le bilan de l'eau, et en particulier sur l'évapotranspiration. Sous ce climat, des observations paraissent montrer l'action de la matière organique plus ou moins humifiée, sur la dessiccation du sol. En particulier :

— après les récoltes des fourrages et des céréales, la dessiccation du sol est plus rapide que sur un sol nu. Des mesures nous ont montré que l'épaisseur de sol affectée par cette dessiccation est plus ou moins grande selon la texture, la structure, la nature du sous-sol et l'exposition ;

— dans les parcelles où ont été enfouies des pailles, on note une baisse du taux de l'humidité dans la couche supérieure du profil, nettement supérieure à celle enregistrée dans les sols où cette opération n'a pas été réalisée. On peut donc se demander si l'effet dépressif fréquemment constaté sur la végétation à la suite d'enfouissement des pailles, n'est pas en relation, dans cette région, en plus d'un déficit d'azote, avec cette action desséchante. L'enfouissement des pailles et l'utilisation croissante des moissonneuses-batteuses pourraient donc poser un problème particulier dans les régions céréalières de cette zone ;

— depuis longtemps, les agriculteurs du secteur traditionnel ont remarqué que l'enfouissement de fumier pailleux accentue, en année de déficit pluviométrique, et surtout dans les sols légers, les effets de la sécheresse. Aussi prétendent-ils que le fumier « brûle » les cultures de céréales et n'accordent-ils pas toujours tout l'intérêt qui convient à l'utilisation de cette source d'humus qu'ils négligent le plus souvent.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET CONDUITE DES ESSAIS

Dix kilos de terre fine de type « terre rouge des Cinq-Maisons » (Maison-Carrée) (tableau 1), sont placés dans chaque pot de végétation en zinc de 25 centimètres de diamètre et 25 centimètres de hauteur, sur le fond duquel a préalablement été déposé un petit tas de gravier siliceux, pour permettre une alimentation en eau à la base, à l'aide d'un tube coudé.

TABLEAU I

Caractéristiques du sol

Terre fine (%)	Granulométrie p. 100				Carbonates terreux (%)	Matière organique	pH
	Sables		Limon	Argile			
	Grossiers	Fins					
99,8	35,7	23,7	11,1	26,8	0,9	1,6	7,3

Trois types d'essais, comportant trois pots par traitement, ont pour objectif l'étude de l'action sur l'évapotranspiration de :

— l'enracinement des végétaux herbacés morts,
— l'enfouissement des pailles;
— l'enfouissement des fumiers.

Pour l'étude de l'action de l'enracinement des végétaux herbacés morts, le 16 janvier 1962, trois pieds d'orge sont repiqués dans trois pots, et, dans trois autres, six pieds. Les besoins en eau des plantes sont assurés par l'apport d'eau dans le tube coudé, et le maintien d'une humidité constante dans tous les pots. La récolte est effectuée le 1er juin en coupant les tiges 5 centimètre au-dessus du niveau du sol.

Dans l'étude de l'action de l'enfouissement des pailles, l'incorporation est faite en mélangeant avec la terre sur 10 centimètres d'épaisseur du sol (profondeur moyenne d'un labour de déchaumage), de la paille longue dans un groupe d'essais, et de la paille hachée et broyée dans un autre groupe. Pour chaque état de la paille, les quantités enfouies sont de 1,5 g, correspondant à 305 kg/ha (quantité minimum de paille laissée par une récolte faite à la moissonneuse-batteuse en Algérie), et 10 g correspondant à 2 033 kg/ha.

L'étude de l'action du fumier porte sur l'incorporation, en mélange avec la terre sur 15 cm d'épaisseur, de fumier pailleux dans un groupe d'essais, et de terreau dans un autre. Les doses utilisées sont par pot de : 150 g, correspondant à 30 tonnes à l'hectare, et 300 g, correspondant à 60 tonnes à l'hectare.

Durant la période de mesures, du 26 avril au 10 août, et pour tous les pots, l'humidité du sol est maintenue constante à un faible taux, voisin du point de flétrissement, et égale à 10 p. 100 en poids par remplacement de l'eau évaporée après la pesée à 17 heures. Les pertes en eau n'ont pas été compensées durant la période du 10 août au 15 septembre.

Il faut souligner que cette expérimentation a été conduite dans des conditions particulièrement difficiles en raison des événements qui se sont déroulés en Algérie à cette époque, ce qui a provoqué certaines perturbations, et fait qu'une partie seulement du programme de recherche a pu être réalisée.

RÉSULTATS

I. — Action après la récolte, de l'enracinement des végétaux herbacés morts sur l'évaporation

L'action de la densité du semis sur les pertes en eau du sol (tableau 2) montre bien l'influence qu'ont, sur ces dernières, les chaumes et les racines restés en place, quelle que soit l'humidité du sol.

L'évaporation est accentuée par le taux d'humidité du sol, sans que l'on puisse, dans l'expérimentation entreprise, établir la part qui revient respectivement au sol et aux chaumes et racines.

Ces résultats ne peuvent être comparés à ceux obtenus avec de la terre fine, par suite des modifications de structure provoquées par l'humidité entretenue dans le milieu pendant la période de croissance de l'orge, et par la végétation.

Le mécanisme en cause peut être comparé à celui d'une mèche qui permet le mouvement ascensionnel de l'eau des couches du sol prospectées par les racines, et son évaporation dans l'air atmosphérique au niveau du sol par les chaumes. Cette action est mise en évidence par l'expérience suivante :

On prend deux vases semblables contenant le même volume d'eau. Dans l'un, on place quelques pieds desséchés de céréales, de manière que les racines plongent dans l'eau et on abandonne à l'air. Au bout de quelques jours, on remarque que les racines ont favorisé l'évaporation de l'eau contenue dans le vase où ont été placés les appareils souterrains des végétaux.

TABLEAU 2

Action sur l'évaporation, des chaumes et des racines d'Orge restés en place après la moisson

Poids d'eau (en g) évaporée en moyenne par pot				Différence entre (*b*) et (*a*)	Différence en + % de (*b*) par rapport à (*a*)
Du	Au	Nombre de pieds par pot			
		3 (*a*)	6 (*b*)		
A. — *Poids d'eau évaporée lorsque l'humidité est maintenue constante*					
24 juillet 8 h	24 juillet 17 h	19,5	22,5	+ 3,0	
25 juillet 8 h	25 juillet 17 h	14,0	16,5	+ 2,5	
26 juillet 8 h	26 juillet 17 h	13,0	15,0	+ 2,0	
27 juillet 8 h	27 juillet 17 h	10,0	14,0	+ 4,0	
27 juillet 17 h	30 juillet 17 h	53,0	61,0	+ 8,0	
30 juillet 17 h	6 août 17 h	130,0	153,0	+ 23,0	
6 août 17 h	10 août 17 h	78,0	88,0	+ 10,0	
		317,5	370,0	+ 52,5	16,53
B. — *Poids d'eau évaporée lorsque l'humidité initiale n'est pas maintenue*					
10 août	15 septembre	514,0	588,0	+ 64,0	12,45

Cette action « d'effet de mèche de l'enracinement de végétaux herbacés morts », non seulement accentue dans les régions sèches le déficit en eau du sol, mais aussi altère les phénomènes biotiques et les transformations chimiques dont il est le siège. Elle réduit donc la fertilité des sols.

II. — Action de l'enfouissement des pailles

1°) *L'humidité du sol est maintenue constante* (10 *p.* 100)

Quel que soit l'état de la paille, l'évaporation du sol est accrue (tableau 3 A).

L'état de la paille joue un rôle important. C'est ainsi que la paille longue, quelle que soit la quantité enfouie, accentue davantage la perte en eau que la paille hachée et broyée. Pour la paille longue, la différence en plus pour 100, de la quantité d'eau évaporée par les pots traités par rapport au témoin, est en moyenne, durant la période du 25 avril au 10 août, près de deux fois plus élevée que pour la paille hachée et broyée.

Cette action paraît être liée à un effet de mèche comparable à celui dont nous avons précédemment souligné l'existence. La paille longue draine vers la surface du sol davantage l'humidité des couches plus profondes que la paille hachée et broyée.

La quantité de paille enfouie influence également l'évaporation du sol. La valeur la plus élevée de l'évaporation est obtenue lorsqu'on incorpore au sol une petite quantité (305 kg/ha) de paille longue, et d'une manière moindre de la paille hachée et broyée. L'augmentation de la quantité de paille enfouie (2 033 kg/ha) réduit les pertes en eau.

Les observations que nous avons effectuées paraissent montrer que de fortes quantités de paille incorporées au sol favorisent l'accumulation nocturne d'eau grâce aux apports secondaires d'humidité. Ce gain en eau est favorisé : par la grande facilité de circulation de l'air dans le sol ainsi mulché qui aide les processus de fixation, les propriétés hygroscopiques de la paille, et la facilité de diffusion de l'eau fixée par cette dernière dans les particules de sol environnant. Les difficultés inhérentes à la situation que nous avons évoquée, ne nous ont pas permis d'utiliser, avec des garanties suffisantes, le dispositif réalisé pour cette étude.

2°) *L'humidité du sol n'est pas maintenue constante*

L'évaporation est également dans ce cas, influencée par l'état de la paille incorporée au sol (tableau 3 B).

Lorsque le sol s'assèche progressivement, elle est aussi sous la dépendance de la quantité de paille enfouie. Une petite quantité de paille (305 kg/ha), quel que soit son état, accentue l'évaporation de la terre fine dans laquelle elle est incorporée. Dans ce cas c'est encore pour la paille longue que se manifeste la perte en eau la plus élevée. Par contre, l'enfouissement d'une quantité importante de paille (2 033 kg/ha) réduit l'évaporation du sol, la réduction est légèrement accentuée dans le cas de paille longue.

3°) *Influence des conditions climatiques lorsque l'humidité du sol est maintenue constante*

Lorsque l'humidité du sol est maintenue à une valeur voisine du point de flétrissement permanent (10 p. 100), l'enfouissement des pailles favorise l'évaporation aussi bien au printemps qu'en été. Cependant la différence pour 100 par rapport à la terre fine (tableau 3 C) montre que la perte en eau varie pour ces deux saisons avec l'état de la paille et la quantité incorporée.

III. — Action de l'enfouissement du fumier

1°) *L'humidité du sol est maintenue constante*

L'enfouissement de fumier quel que soit son état, augmente très sensiblement les pertes d'eau du sol par évaporation (tableau 3 A). Son état, la quantité incorporée, l'époque d'application influencent le phénomène.

L'enfouissement de fumier pailleux favorise davantage l'évaporation que celui de fumier bien décomposé. On constate que, lorsque la quantité de fumier pailleux incorporé au sol passe de 30 tonnes/hectare à 60 tonnes/hectare, la différence de perte d'eau par rapport au témoin est presque doublée. Pour le fumier bien décomposé, le rapport est sensiblement le même.

TABLEAU 3

Évaporation moyenne des pots de terre fine, et ayant reçu de la paille et du fumier

	Terre fine (en g) (témoin)	Paille par pot (en g)				Fumier par pot (en g)			
		Longue		Hachée-Broyée		Pailleux		Bien décomposé	
		1,5	10	1,5	10	150	300	150	300
A. Pour 48 jours au cours de la période du 26 avril au 10 août 1962. L'humidité est maintenue constante au voisinage du point de flétrissement permanent (soit 10 %) .	480,0	521,5	496,5	504,0	488,5	589,5	670,5	515,5	546,0
— Différence par rapport à la terre fine................		+ 41,5	+ 16,5	+ 24,0	+ 8,5	+ 109,5	+ 190,5	+ 35,5	+ 66,0
— Différence % par rapport à la terre fine		+ 8,6	+ 3,4	+ 5,0	+ 1,8	+ 22,8	+ 39,7	+ 7,4	+ 13,7
B. Pour la période du 10 août au 15 septembre. L'humidité initiale n'est pas maintenue...	294,5	315,0	289,0	297,5	291,0	349,0	405,0	295,0	315,0
— Différence par rapport à la terre fine................		+ 20,6	— 5,5	+ 3,0	— 3,5	+ 54,5	+ 110,5	+ 0,5	+ 20,5
— Différence % par rapport à la terre fine		+ 6,9	— 1,8	+ 1,0	— 1,2	+ 18,5	+ 37,5	+ 0,1	+ 7,0
C. Influence de la saison lorsque l'humidité est maintenue constante au voisinage du point de flétrissement permament :									
1. Printemps. Pour 30 jours au cours de la période du 26 avril au 25 mai 1962...........	306,5	332,0	313,0	317,5	308,0	378,5	431,5	331,0	352,5
— Différence par rapport à la terre fine................		+ 26,5	+ 6,5	+ 11,0	+ 1,5	+ 72,0	+ 125,0	+ 24,5	+ 46,0
— Différence % par rapport à la terre fine		+ 8,6	+ 2,1	+ 3,6	+ 0,5	+ 23,5	+ 40,8	+ 8,0	+ 14,7
2. Été. Pour 18 jours de la période du 23 juillet au 10 août 1962	173,5	189,5	183,5	186,5	180,5	211,0	239,0	184,5	193,5
— Différence par rapport à la terre fine...............		+ 16,0	+ 10,0	+ 13,0	+ 7,0	+ 37,5	+ 65,5	+ 11,0	+ 20,5
— Différence % par rapport à la terre fine		+ 9,2	+ 5,8	+ 7,5	+ 4,0	+ 21,6	+ 37,7	+ 6,3	+ 11,0

Si un effet de mèche peut être encore évoqué, il semble que, dans le cas du fumier, la migration de l'eau soit favorisée par la gaine de matière plus ou moins humifiée qui entoure les débris végétaux. D'où une accentuation des phénomènes d'évaporation par rapport à ceux constatés dans le cas d'incorporation de paille au sol.

2°) *L'humidité du sol n'est pas maintenue constante*

Dans ce cas (tableau 3 B), l'enfouissement de fumier pailleux et de fumier bien décomposé, a, sur l'évaporation du sol, une action générale assez voisine de celle qui a été soulignée. Cependant, du fait de la réduction progressive des ressources en eau du sol, la différence pour 100 de perte en eau par rapport à la terre fine est moins élevée que précédemment.

3°) *Influence des conditions climatiques lorsque l'humidité du sol est maintenue constante*

Les différences pour 100 par rapport au témoin (tableau 3 C) montrent que durant l'été (période du 23 juillet au 10 août), les pertes par évaporation sont inférieures à celles enregistrées au printemps (période du 26 avril au 25 mai). Ceci paraît être dû au fait qu'il y a transformation progressive en humus, de la matière organique apportée.

CONCLUSION

Dans les conditions expérimentales réalisées, les résultats obtenus soulignent les très faibles valeurs de l'évaporation. Pour 48 journées, au cours de la période du 26 avril au 10 août, la terre fine évapore : 9,7 mm, l'enfouissement de 305 kg/ha de paille longue : 10,6 mm, l'enfouissement de 60 tonnes/ha de fumier pailleux : 13,6 mm. Les facteurs responsables sont : la faible humidité du sol qui est voisine du point de flétrissement et la structure. Une expérimentation antérieure nous a en effet montré, en ce qui concerne la structure, que l'évaporation du sol est minimale dans le cas de terre fine, alors que le même sol en place, finement pulvérisé ou en mottes de 1 cm, évapore bien plus. Il faut également mentionner les conditions particulières dans lesquelles se trouve le sol. Dans le sol en place, il y a ascension de l'eau vers la surface, à partir des horizons sous-jacents où se situent ses ressources. D'où une évaporation plus importante.

On a ainsi mis en évidence le fait que, même dans les conditions les plus défavorables, les racines de graminées et les chaumes restés en place après la récolte, l'enfouissement de fumier et de paille, accentuent les pertes en eau du sol.

Cette expérimentation permet de tirer un certain nombre de renseignements agronomiques applicables aux sols cultivés, non irrigués, des régions où la lutte contre les pertes en eau du sol par évaporation constitue une précocupation essentielle. En particulier, elle met en évidence l'intérêt de certaines pratiques :

— pour réduire les pertes en eau du sol par effet de mèche, il paraît nécessaire d'effectuer un labour de déchaumage le plus rapidement possible après la récolte de céréales ou des fourrages ;

— dans les régions céréalières la fabrication de fumier artificiel et son enfouissement à l'état fait, tôt à l'automne, paraît être préférable au point de vue technique, à l'enfouissement des pailles derrière la moissonneuse-batteuse qui se développe dans les exploitations mécanisées ;

— enfin, l'entouissement de fumier pailleux est à déconseiller. Il convient plutôt d'enfouir à l'automne un fumier bien décomposé, de façon que les débris organiques incomplètement transformés s'humifient au cours de la période humide et ne soient plus en état d'accélérer l'évaporation du sol, lorsque la période des pluies a cessé.

Reçu pour publication en juin 1963.

SUMMARY

THE EFFECT OF HUMIFIED AND NON-HUMIFIED ORGANIC MATTER ON EVAPORATION. AN EXPERIMENTAL STUDY UNDER CONDITIONS OF A MEDITERRANEAN CLIMATE

Three types of pot experiments in zinc containers of 25 cm diameter and 25 cm height were undertaken with a view to establishing the effect of dead roots of herbaceous plants after the harvest, turning down of 305 kg and 2 033 kg/ha long or cut straw, and incorporation of 30 tons and 60 tons/ha undecomposed or well-decomposed manure on the evaporation from fine soil.

From the 26 April to 10 August 1962, soil moisture was maintained near wilting point (10 p. 100 by weight) ; from the August to 15 September, the water losses were not made up.

The stubble and roots remaining after the harvest of barley increased evaporation. The mechanism involved is comparable to the effect of a wick promoting the upward movement of moisture from the soil layers penetrated by the roots, followed by the evaporation of water from the soil surface into the atmosphere by way of the stubble. A dense stand increases the water loss.

Turning down of small amounts of straw (305 kg/ha) promote evapotranspiration under all conditions of soil moisture, and long straw has the most marked effect. Incorporation of large amounts of straw (2 033 kg/ha) reduces water losses ; in this case, evaporation is less than that from fine soil if the initial moisture level is not maintained.

Incorporation of manure markedly increases moisture losses by evaporation from the soil ; undecomposed manure has a greater effect than well-decomposed one, and moisture losses increase with the amount of manure incorporated.

ZUSAMMENFASSUNG

EINFLUSS HUMIFIZIERTER ODER NICHT HUMIFIZIERTER ORGANISCHER MASSE AUF DIE EVAPORATION. EXPERIMENTALSTUDIE UNTER MITTELMEERKLIMA

Ziel drei verschiedener Versuche in Zinkgefässen von 25 cm Durchmesser und 25 cm Höhe war das Studium der Wirkung auf die Evaporation aus Feinerde von Wurzelrückständen krautiger Pflanzen, das unterbringen von 305 Kg/Ha und 2 33 Kg/Ha langem, gequetschtem und gehäckseltem Stroh, das Unterbringen von 30 T/Ha und 60 T/Ha strohigem, gut zersetztem Mist.

Während der Zeit vom 26 April bis 10. August 1962 wurde die Bodenfeuchtigkeit konstant um den Welkepunkt gehalten (10 p. 100 des Gewichts). Vom 10. August bis 15. September wurden die Wasserverluste nicht ersetzt.

Nach der Ernte beschleunigen die verbliebenen Gerstenhalme und -wurzeln die Evaporation. Der Mechanismus kann demjenigen eines Dochts verglichen werden, der die Aufwärtsbewegung des Wassers aus dem mit Wurzeln durchsetzten Boden fördert, und dann die Evaporation in die Luft durch die Halme. Die Saatdichte erhöht die Wasserverluste.

Das Einbringen geringer Mengen Strohes (305 Kg/Ha) begünstigt die Evapotranspiration, welches auch der Zustand une die Feuchtigkeit des Bodens sein mögen. In diesem Falle ist es jedoch das Langstroh, das die Wasserverluste fördert. Das Einbringen grosser Mengen Strohes (2033 Kg/Ha) verringert die Wasserverluste. Für grosse Mangen Strohes ist, sofern die ursprüngliche Feuchtikgeit des Bodens nicht erhalten bleibt, die Evaporation geringer als diejenige der Feinerde.

Das Unterbringen von Stallmist zieht empfindliche Wasserverluste durch Evaporation nach sich. Strohiger Mist wirkt besser luste als gut zersetzter. Die Wasserverluste steigen mit der eingebrachten Menge Mistes.

РЕЗЮМЭ

Влияние гуммифицированного или не гуммифицированного органического вещества на испарение.

Экспериментальное изучение в условиях Средиземноморского климата.

ШАРЛЬ.

Три серии опытов были заложены автором в вегетационных цинковых сосудах 25-ти см. диаметра и 25-ти см. высоты. Автор поставил себе задачей изучить действие на испарение просеянной почвы : 1. Погибших после сбора урожая корневых систем трав; 2. Заделанной в почву длинностебельной (305 кг./га) и рубленной, искрошенной (2.033 кг./га) соломы; 3. Заделанного в почву навоза соломистого (30 тонн/га) или хорошо разложившегося (60 тонн/га).

В период от 26-го Апреля до 10-го Августа влажность почвы постоянно поддерживалась по соседству с точкой увядания (10 % веса). В период от 10-го Августа и до 15-го Сентября — расход влаги не возмещался.

Солома и корневые системы ячменя оставшиеся на месте после жатвы, увеличивают испарение. Механизм этого явления, облегчающего подачу влаги из слоев почвы занятых корнями и ее испарение соломой на уровне почвы, можно сравнить с действием фитиля. Плотность посева увеличивает потери влаги.

Небольшие количества (305 кг./га) заделанной соломы облегчают эвапотранспирацию, вне зависимости от степени влажности данной почвы. Солома длинностебельная наиболее способствует увеличению потери влаги, в данном случае. Внесение в почву более крупных количеств соломы, уменьшает расход влаги. Но испарение будет менее сильным, при заделывании крупных количеств соломы, в тех случаях, когда исходная влажность почвы — не сохраняется.

Внесение навоза в почву увеличивает потери влаги от испарения. Соломистый навоз действует более активно чем навоз хорошо разложившийся. Потери влаги увеличиваются пропорционально колчествам внесенного навоза.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DAMAGNEZ J., 1958. Les propriétés hygroscopiques des sols et les apports secondaires d'humidité. Importance du mulch naturel. *Ann. agron.*, **9**, 661-678.

HALLAIRE M., 1957. Diffusion de l'eau à l'état vapeur et liquide au voisinage de la surface d'évaporation et desséchement superficiel du sol. *U. G. G. Assoc. Intern. Hydrol. Scient. Ass. gén. Toronto*, **2**, 446-480.

HENIN S., MONNIER G., 1961. Mécanisme de l'action d'une couverture sur le bilan de l'eau du sol. *C. R. Acad. Sci.*, **252**, 939-941.